

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-093303

出 願 人

Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

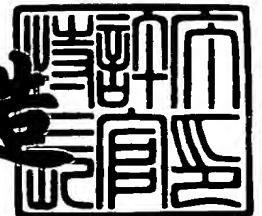
須賀 唯知

伊藤 寿浩

2001年 8月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3070602

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP012021

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 飯野 伸治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 竹腰 清

【発明者】

【住所又は居所】 東京都目黒区駒場2-2-2-207

【氏名】 須賀 唯知

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-170 東大職員宿舎4
-201

【氏名】 伊藤 寿浩

【発明者】

【住所又は居所】 東京都世田谷区若林5-21-7 若林ハイツ201

【氏名】 片岡 憲一

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代表者】 東 哲郎

【特許出願人】

【識別番号】 592212836

【氏名又は名称】 須賀 唯知

【特許出願人】

【識別番号】 593071845

【氏名又は名称】 伊藤 寿浩

【代理人】

【識別番号】 100096910

【弁理士】

【氏名又は名称】 小原 肇

【電話番号】 045(476)5454

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-249702

【出願日】 平成12年 8月21日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 064828

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9203553

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 検査方法及び検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 検査用電極にプローブを電氣的に接触させて被検査体の電氣的特性検査を行う検査方法において、フリッティング現象を利用して上記検査用電極の絶縁被膜を破って上記プローブと上記検査用電極を電氣的に接触させるコンタクト工程を有することを特徴とする検査方法。

【請求項 2】 上記コンタクト工程は、上記プローブを検査用電極に接触させる工程と、上記プローブと上記検査用電極間に電圧を印加して所定の電位傾度を形成する工程と、上記電位傾度が大きくなって生じるフリッティング現象によって上記検査用電極の絶縁被膜を破って上記プローブと上記検査用電極間で通電させる工程とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の検査方法。

【請求項 3】 上記コンタクト工程は、上記プローブとこれとは別に設けられた第 2 のプローブとを一つの検査用電極と一緒に接触させる工程と、両プローブ間に電圧を印加して所定の電位傾度を形成する工程と、上記電位傾度が大きくなって生じるフリッティング現象によって上記検査用電極の絶縁被膜を破って上記両プローブ間で通電させる工程と、第 2 のプローブを電氣的に切り離す工程とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の検査方法。

【請求項 4】 テスタからの指示に基づいて検査用電極にプローブを電氣的に接触させて被検査体の電氣的特性検査を行う検査装置において、上記プローブと上記検査用電極との間に電圧を印加してこれら両者間の電位傾度によりフリッティング現象を生じさせる印加手段と、上記プローブと上記検査用電極間の通電電流を制限する電流制限手段と、上記各手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする検査装置。

【請求項 5】 テスタからの指示に基づいて検査用電極にプローブを電氣的に接触させて被検査体の電氣的特性検査を行う検査装置において、上記プローブとこれとは別に設けられ且つ上記プローブと一緒に上記一つの検査用電極に接触する第 2 のプローブと、上記プローブと第 2 のプローブ間に電圧を印加する時の上記両プローブ間の電位傾度によりフリッティング現象を生じさせて上記検査用電極

の絶縁被膜を破る印加手段と、上記プローブと第2のプローブ間の通電電流を制限する電流制限手段と、第2のプローブを電氣的に切り離す切換手段と、上記各手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする検査装置。

【請求項6】 上記制御手段と上記テストを通信回線で結んだことを特徴とする請求項4または請求項5に記載の検査装置。

【請求項7】 上記切換手段以外の各手段を上記テストに設けたことを特徴とする請求項5に記載の検査装置。

【請求項8】 上記プローブ及び／または第2のプローブは、タングステン、パラジウム、ベリリウム-銅合金のいずれか一つからなることを特徴とする請求項6～請求項9のいずれか1項に記載の検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、検査方法及び検査装置に関し、更に詳しくは、プローブの針圧を軽減し検査用電極を損傷することなく確実に被検査体の検査を行うことができると共に歩留まりを高めることができる検査方法及び検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体製造工程では半導体ウエハにデバイス等を作製した後、半導体ウエハ状態のデバイスやパッケージ後のデバイス等の被検査体（以下、「デバイス」と称す。）について電氣的特性を検査する工程がある。これらの各検査工程ではプローブを接触子としてデバイスの検査用電極に電氣的に接触させ、プローブを介して電氣信号を送信してデバイスの検査を行う。

【0003】

ところで、検査用電極はアルミニウム、銅、半田等の酸化し易い材料によって形成されていると、検査段階では検査用電極の表面には酸化膜等の絶縁被膜が形成されているため、プローブと検査用電極を電氣的に接触させようとしても両者の電氣的接触が安定しない。特に、検査用電極として一般的に用いられているアルミニウムの場合には非常に硬い酸化膜が検査用電極の表面に形成されるため、プ

プローブと検査用電極の電氣的接触が難しい。

【0004】

そこで、従来は図21に示すフローに従ってプローブと検査用電極を図22に示すように電氣的に接触させている。即ち、デバイスの検査の準備を行った後（S1）、図22の（a）に示すようにプローブNと検査用電極Pを例えば10～20g／本程度の針圧で接触させ（S2）、電氣的に接触したか否かを判断し（S3）、電氣的に接触してエラーがないと判断すれば検査を開始する（S4）。しかし、通常はプローブNと検査用電極Pを接触させただけでは絶縁被膜Oは破れず、S3において電氣的に接触していないエラーと判断し、プローブNと検査用電極Pを図22の（b）で矢印で示すように相対的に左右に往復移動させるスクラブを行って絶縁被膜Oを削り取り（S5）、プローブNと検査用電極Pを電氣的に接触させる。電氣的接触が確認されればS4へ移行して検査を開始する。

【0005】

また、絶縁被膜を破る他の方法としてプローブ先端を尖らせ、先端の面圧を上げて検査用電極に刺し込むことで電氣的接触を取る方法もある。この場合には電氣的接触を取るためにはプローブ先端を最低でも2000～4000オングストローム程刺し込んで電氣的に接触させている。

【0006】

更に、最近では例えばマイクロマシン加工技術を用いてシリコン基板に数10 μ mの微小なプローブを狭ピッチで作製したプローブカードも提案されている。このプローブカードはマイクロ構造であるため、高速信号に対応することができ、しかもシリコン基板上にプローブを形成するため、デバイスとの熱膨張係数の違いによる加熱試験への影響がない利点を具備している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、絶縁被膜を削り取る方法の場合には、スクラブによって電氣的接触を取れる保証はなく（プローブNに削り屑が付着し導通不良になった場合等）、またスクラブによりプローブNの寿命を縮めたり、図22の（b）に示すように検査用電極Pを傷つけてデバイスの歩留りを低下させるという課題があった。

その上、スクラブによって折角位置決めされたプローブNと検査用電極Pの接触位置が最適位置から位置ずれするという課題もあった。また、図22の(b)に示すように絶縁被膜Oの削り屑が飛散しデバイスを汚染したり、削り屑がプローブNに付着し接触の安定性を阻害するという課題があった。更に、プローブNに削り屑が付着すればプローブNのクリーニングが定期的に必要となり自ずと検査効率が低下するという課題があった。

【0008】

また、プローブの先端を検査用電極に刺し込む方法の場合にもダメージは少ないものの検査用電極を傷つける点では上述の場合と変わりなく、しかもプローブの先端の形状を保持するための耐久性が要求される。更に、最近ではデバイスの集積度が非常に高くなって微細化、薄膜化が飛躍的に進んで検査用電極の厚さが薄くなっているため、電氣的に接触するまでどプローブを刺し込むと下地を傷つける虞がある。

【0009】

また、マイクロマシン加工技術を用いて作製したプローブカードは、プローブの構造が微小であるため、大きな針圧を得ることが難しい。

【0010】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、針圧を格段に小さくすることができ、ひいては検査用電極のダメージを無くすると共にプローブの寿命を延ばしてプローブを繰り返し使用することができ、しかもプローブのクリーニングを行う必要がなく検査効率を高めることができる検査方法及び検査装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1に記載の検査方法は、検査用電極にプローブを電氣的に接触させて被検査体の電氣的特性検査を行う検査方法において、フリッピング現象を利用して上記検査用電極の絶縁被膜を破って上記プローブと上記検査用電極を電氣的に接触させるコンタクト工程を有することを特徴とするものである。

【0012】

本発明の請求項 2 に記載の検査方法は、請求項 1 に記載の発明において、上記コンタクト工程は、上記プローブを検査用電極に接触させる工程と、上記プローブと上記検査用電極間に電圧を印加して所定の電位傾度を形成する工程と、上記電位傾度が大きくなって生じるフリット現象によって上記検査用電極の絶縁被膜を破って上記プローブと上記検査用電極間で通電させる工程とを有することを特徴とするものである。

【 0 0 1 3 】

本発明の請求項 3 に記載の検査方法は、請求項 1 に記載の発明において、上記コンタクト工程は、上記プローブとこれとは別に設けられた第 2 のプローブとを一つの検査用電極と一緒に接触させる工程と、両プローブ間に電圧を印加して所定の電位傾度を形成する工程と、上記電位傾度が大きくなって生じるフリット現象によって上記検査用電極の絶縁被膜を破って上記両プローブ間で通電させる工程と、第 2 のプローブを電氣的に切り離す工程とを有することを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の請求項 4 に記載の検査装置は、テストからの指示に基づいて検査用電極にプローブを電氣的に接触させて被検査体の電氣的特性検査を行う検査装置において、上記プローブと上記検査用電極との間に電圧を印加してこれら両者間の電位傾度によりフリット現象を生じさせる印加手段と、上記プローブと上記検査用電極間の通電電流を制限する電流制限手段と、上記各手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の請求項 5 に記載の検査装置は、テストからの指示に基づいて検査用電極にプローブを電氣的に接触させて被検査体の電氣的特性検査を行う検査装置において、上記プローブとこれとは別に設けられ且つ上記プローブと一緒に上記一つの検査用電極に接触する第 2 のプローブと、上記プローブと第 2 のプローブ間に電圧を印加する時の上記両プローブ間の電位傾度によりフリット現象を生じさせて上記検査用電極の絶縁被膜を破る印加手段と、上記プローブと第 2 のプローブ間の通電電流を制限する電流制限手段と、第 2 のプローブを電氣的

に切り離す切換手段と、上記各手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0016】

また、本発明の請求項6に記載の検査装置は、請求項4または請求項5に記載の発明において、上記制御手段と上記テストを通信回線で結んだことを特徴とするものである。

【0017】

また、本発明の請求項7に記載の検査装置は、請求項5に記載の発明において、上記切換手段以外の各手段を上記テストに設けたことを特徴とするものである。

【0018】

また、本発明の請求項8に記載の検査装置は、請求項4～請求項7のいずれか1項に記載の発明において、上記プローブ及び／または第2のプローブは、タンゲステン、パラジウム、ベリリウム-銅合金のいずれか一つからなることを特徴とするものである。

【0019】

【発明に実施の形態】

以下、図1～図5に示す実施形態に基づいて本発明を説明する。

本発明の検査方法はフリッティング現象を利用してデバイスの検査用電極の表面に形成された酸化膜等の絶縁被膜を破ってプローブと検査用電極とを電氣的に接触させる点に特徴がある。フリッティング現象を利用すればプローブと検査用電極間の針圧を現状の針圧以下、例えば0.1g以下で済ますことができるため、検査用電極を傷つけることがなく、しかもプローブの寿命を延ばすことができる。フリッティング現象とは金属（本発明では検査用電極）の表面に形成された酸化膜等の絶縁被膜に印加される電位傾度が $10^5 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ 程度になると絶縁被膜の厚さや金属の組成の不均一性により電流が流れて絶縁被膜が破壊される現象をいう。

【0020】

図1はフリッティング現象を生じさせるために工夫された本発明に用いられるフリッティング装置を示す原理図である。このフリッティング装置は、図1に示す

ように、プログラマブル電圧源 1、電圧印加バッファアンプ 2、電流センス抵抗 3 及び印加電流リミッタ 4 を備え、プログラマブル電圧源 1 からプローブカード 5 の第 1、第 2 のプローブ 5 A、5 B に電圧を印加するように構成されている。第 1 のプローブ 5 A は電流センス抵抗 3 を介して電圧印加バッファアンプ 2 に接続され、第 2 のプローブ 5 B は電圧印加バッファアンプ 2 の入力端子側に接続されていると共に接地されている。これらのプローブ 5 A、5 B としては、例えばタングステン (W)、ベリリウム-銅合金 (BeCu) 及びパラジウム (Pd) 等の導電性金属が好ましい。

【0021】

上記フリットティング装置は以下のようにして動作する。まず、プローブカード 5 の第 1、第 2 のプローブ 5 A、5 B をデバイス D の検査用電極 P に低い針圧（例えば、0.1 g 以下）で接触させる。この状態でプログラマブル電圧源 1 が作動し、電圧印加バッファアンプ 2 及び電流センス抵抗 3 を介して第 1 のプローブ 5 A に電圧を印加すると絶縁被膜 O が極めて薄い場合には最初は極めて僅かにトンネル電流が流れる。そして、プログラマブル電圧源 1 の電圧を徐々に昇圧すると、第 1、第 2 のプローブ 5 A、5 B 間の電位傾度が徐々に大きくなり、所定の電位傾度 ($10^5 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ 程度) に達するとフリットティング現象が生じ、検査用電極 P の絶縁被膜 O が破壊して第 1 のプローブ 5 A 及び第 2 のプローブ 5 B が金属面と接触し、第 1 のプローブ 5 A と第 2 のプローブ 5 B の電流が急激に大きくなる。この電流を印加電流リミッタ 4 が検出し、それ以上の電流が流れないように電圧印加バッファアンプ 2 からの電圧の印加を停止させる。この結果、第 1、第 2 のプローブ 5 A、5 B と検査用電極 P が電氣的に接触し、その後のデバイスの検査が可能になる。

【0022】

図 2 は上記フリットティング装置の原理を適用した本実施形態の検査装置を示す構成図である。本実施形態の検査装置 10 は、図 2 に示すように、フリットティング装置 11 と、プローブカード 12 とを備え、上述のようにテスト 13 との間で通信自在に接続されている。フリットティング装置 11 は、フリットティング現象を実現するフリットティング回路 14 と、フリットティング回路 14 を制御するフリッテ

ィング制御回路 1 5 とを備えている。このフリッティング制御回路 1 5 が R S や G P I B 等の汎用通信回線 1 6 を介してテスト 1 3 と接続されている。プローブカード 1 2 には、一つの検査用電極 P に一緒に接触する第 1、第 2 のプローブ 1 2 A、1 2 B がデバイスの検査用電極 P の数に対応して設けられている。例えばデバイスに n 個の検査用電極 P があれば、n 対の第 1、第 2 のプローブ 1 2 A、1 2 B がプローブカード 1 2 に設けられている。第 1、第 2 のプローブ 1 2 A、1 2 B のうち、第 2 のプローブ 1 2 B はフリッティング現象により絶縁被膜 O を破る時のみに使用される。そこで、以下では、第 1 のプローブ 1 2 A を検査用プローブ 1 2 A、第 2 のプローブ 1 2 B をフリッティング用プローブ 1 2 B と称す。

【 0 0 2 3 】

上記フリッティング回路 1 4 は、電圧印加バッファアンプ 1 4 A、電流センス抵抗 1 4 B、電流検出アンプ 1 4 C、電流制限アンプ 1 4 D 及びリレースイッチ 1 4 E、1 4 F をそれぞれ n 対の検査用プローブ 1 2 A 及びフリッティング用プローブ 1 2 B に対応して備え、リレースイッチ 1 4 E、1 4 F はフリッティング制御回路 1 5 を介してリレー制御される。リレースイッチ 1 4 E は検査用プローブ 1 2 A をフリッティング装置 1 1 側の接点 1 4 G とテスト 1 3 側の接点 1 4 H 間の切り換えを行い、リレースイッチ 1 4 F は接地接点 1 4 I と浮遊接点 1 4 J 間の切り換えを行う。そして、リレースイッチ 1 4 E には検査用プローブ 1 2 A が接続され、リレースイッチ 1 4 F にはフリッティング用プローブ 1 2 B が接続されている。フリッティング用プローブ 1 2 B のリレースイッチ 1 4 F は極力プローブの近傍に接続し、高周波特性を良好なものにする。リレースイッチ 1 4 E、1 4 F としては例えばピエゾ素子、バイメタル、静電素子等を用いることができる。

【 0 0 2 4 】

次に、上記検査装置 1 0 を用いた本発明の検査方法の一実施形態について図 3、図 4 をも参照しながら説明する。まず、検査用プローブ 1 2 A 及びフリッティング用プローブ 1 2 B とデバイス D の検査用電極 P との位置合わせを行い、検査を開始するための準備を行う (S 1 1) 。続いて、これらのプローブ 1 2 A、1 2

BとデバイスDの各検査用電極Pを図4の(a)に示すように低針圧(例えば、0.1g以下)で接触させる(S12)。この時フリッティング制御回路15を介してリレースイッチ14Eが接点14Gへ切り換わって検査用プローブ12Aをフリッティング装置11へ接続し、リレースイッチ14Fが接地接点14Iへ切り換えて接地し、プローブカード12とフリッティング装置11を接続する。

【0025】

次いで、フリッティング制御回路15から印加電圧バッファアンプ14A及び電流センス抵抗14Bを介して検査用プローブ12Aへ電圧を印加してフリッティング動作に入る(S13)。絶縁被膜Oが極めて薄い場合には当初は図4の(a)の矢印で示す方向へトンネル電流が流れる。トンネル電流は制限電流より遥かに小さい微小電流である。この微小電流を電流検出アンプ14Cが電流センス抵抗14Bを介して検出し、電流制限アンプ14Dへ出力する。この電流制限アンプ14Dにはフリッティング制御回路15から制限電流を基準電流として出力されている。従って、電流制限アンプ14Dは電流検出アンプ14Cからの入力電流とフリッティング制御回路15からの制限電流とを比較し、電流センス抵抗14Bの電流が制限電流に達したか否かを判断している(S14)。フリッティング制御回路15からの印加電圧を徐々に昇圧するとこの間も電流制限アンプ14Dは電流センス抵抗14Bの電流が制限電流に達したか否かの判断を行う。

【0026】

フリッティング制御回路15からの印加電圧が徐々に昇圧し、検査用プローブ12Aとフリッティング用プローブ12B間の電位傾度が徐々に大きくなり、フリッティング現象を生じて検査用電極Pの絶縁被膜Oが破れ(図4の(b)参照)、電流検出アンプ14Cの検出電流が急激に大きくなり制限電流に達すると、電流制限アンプ14Dを介して印加電圧バッファアンプ14Aからの電圧印加を止める。この時点で検査用プローブ12Aとフリッティング用プローブ12Bは検査用電極Pと電氣的に接触し、検査可能な状態になる。この状態でフリッティング制御回路15の制御下でリレースイッチ14Eがフリッティング装置11側の接点14Gからテスト13側の接点14Hへ順次切り換わると共にこれと同期してリレースイッチ14Fが接地接点14Iから浮遊接点14Jへ順次切り換わる

。これにより検査用プローブ 1 2 A がテスト 1 3 へ順次接続され、フリッティング用プローブ 1 2 B が電氣的に順次浮遊状態になる。この状態でフリッティング制御回路 1 5 は検査可能状態になったことを汎用通信回線 1 6 を介してテスト 1 3 に通知した後、テスト 1 3 が検査用信号を検査用プローブ 1 2 A へ出力しデバイスの検査を実行する (S 1 5)。

【0 0 2 7】

以上説明したように本実施形態によれば、検査用プローブ 1 2 A と検査用電極 P を低針圧で接触させるだけでもフリッティング現象を利用して検査用電極 P の絶縁被膜 O を破って検査用プローブ 1 2 A と検査用電極 P を電氣的に接触させることができるため、被検査体の電氣的特性検査を確実に行うことができる。しかも、検査用プローブ 1 2 A は 0. 1 g という極めて低い針圧で検査用電極 P を傷つけることなく検査用電極 P と電氣的に接触をさせることができるため、被検査体の歩留りを高めることができると共に検査用プローブ 1 2 A の寿命を延ばすことができる。また、検査用プローブ 1 2 A は 0. 1 g 以下の針圧で検査できるため、例えばボンディングワイヤ等で立てただけの単純なプローブでも確実に検査を行うことができる。更に、本実施形態によれば、検査用電極 P から削り屑が発生することがないため、被検査体を削り屑により汚染したり、検査用プローブ 1 2 A に削り屑が付着したりすることがなく、歩留りを更に高めることができると共に、検査用プローブ 1 2 A のクリーニングも不要となって検査効率を高めることができる。

【0 0 2 8】

また、本実施形態によれば、検査用プローブ 1 2 A に掛かる針圧が低いため、針先及び梁構造の自由度が大きくなる。即ち、検査用プローブ 1 2 A のコンタクト開始から方向のバラツキを吸収するためのプローブの移動量 (オーバードライブ) を大きく取ることができる。また、同一の針圧を得るための梁の長さを短くすることができ、プローブの高密度化が可能になる。また、検査用プローブ 1 2 A の針先形状によって接触の安定性に影響が出ることが少ないため、針先に特別の形状加工 (ピラミッド形状等) が不要になる。

【0 0 2 9】

また、テストのドライバをフリッピング電源として使用できる場合には、図 5 に示すようにフリッピング用プローブ 2 2 B を接地するリレー回路を設ければ良い。即ち、検査用プローブ 2 2 A はテスト 2 3 の電圧電源（図示せず）に接続されている。フリッピング用プローブ 2 2 B はリレースイッチ 2 4 F に接続されている。リレースイッチ 2 4 F の制御にはテスト 2 3 内の I/O ドライブを使用することができる。テスト 2 3 を使用してフリッピングを行うことができるか否かはテスト 2 3 の電源電流容量に依存する。ソフト面ではテスト 2 3 のプログラムにフリッピング用のプログラムを追加するだけで良く、ハード面ではリレー回路を追加するだけで良い。本実施形態においても上記実施形態と同様の作用効果を期することができる。

【 0 0 3 0 】

【実施例】

次に、プローブに使用される材料とフリッピング特性の関係について図 6 に示す測定装置を用いて検証し、その結果を図 7 ～ 図 1 8 に示した。図 6 は本実施例に用いられた測定装置である。プローブ 5 1 とウエハ W の電極の間の荷重（針圧）は電子天秤 5 2 によって測定した。電源 5 3 によって印加された電流と電圧の測定には電流計 5 4、電圧計 5 5 を用いた。また、フリッピングの波形の測定には A/D 変換器 5 6、5 7 を利用し、電流及び電源電圧をそれぞれ測定し、記録した。プローブ 5 1 の Z 方向の制御には最大変位量が $100\ \mu\text{m}$ のピエゾステージ 5 8 を用いた。ピエゾステージ 5 8 はピエゾドライバ 5 9 を介して操作した。また、電子天秤 5 2、電源 5 3、電流計 5 4、電圧計 5 5、A/D 変換器 5 6、5 7 及びピエゾステージ 5 8 は全て通信回線（GPIB、RS-232C）を介してコンピュータ 6 0 に接続され、コンピュータ 6 0 を介して印加電圧、ステージ位置の制御等を行い、測定結果を逐次記録するようにした。測定は電圧制御、電圧測定、電流測定のループを繰り返して行い、この時のループの速度はほぼ 10 回/秒であった。A/D 変換器 5 6、5 7 を用いて高周波での測定を行い、各 A/D 変換器 5 6、5 7 はそれぞれを流れる電源電流、電源電圧を測定した。A/D 変換器 5 6、5 7 の変換値は、これらの変換値と電流計 5 4、電圧計 5 5 の測定値との関係を求め、それぞれ電流計 5 4、電圧計 5 5 の測定値を用いて補

正した。

【0031】

測定は下記の測定条件で①～⑥の手順に従って行った。

- ① piezostage 58 を駆動し、probe 51 とウエハ W の電極を近づける。この時の針圧は電子天秤 52 を介してモニターする。針圧が設定針圧を超えた時点で piezostage 58 を停止し、この時点での針圧を接触荷重とする。
- ② 電源 53 をステップ状に印加し、電流または電圧を発生させる。この直前に A/D 変換器 56、57 を始動させ、変換値を記録する。A/D 変換器 56、57 のメモリにはこのステップ状の電圧印加の前後の様子を記録する。
- ③ 電圧印加後、1 mA 以上の電流が流れれば、これをフリッピングと看做す。電流が流れなければ、一旦印加電圧を 0 に戻し、設定電圧を 2 倍にして②の測定を再度行う。
- ④ フリッピングが起こった後、電流を 1 mA に設定して電圧を測定する。この値から計算される抵抗値を接触抵抗とする。
- ⑤ 印加電圧を 0 にした後、piezostage 58 を駆動して probe 51 と電極を引き離す。この時に測定される荷重の最小値を引き離し力とする。
- ⑥ コンタクト位置を変えて①～⑤の測定を繰り返す。

【0032】

[測定条件]

① 電圧コントロールモード (S)

設定電圧: 30 V、5 V

電流リミッタ設定: 10 mA、100 mA、250 mA

針圧: 0.1 g、0.02 g、0.005 g、0.001 g

② 電流コントロールモード (I)

設定電流: 10 mA、100 mA、250 mA

針圧: 0.1 g、0.02 g、0.005 g、0.001 g

③ プローブ材料: タングステン (W)、ベリリウム-銅合金 (BeCu)

パラジウム (Pd)

④ 電極: アルミニウム (Al)

【0033】

1. フリッティング時の波形

まず、タングステンプローブを用い、針圧、制限電流、設定電圧を種々変更した時の電圧、電流の経時変化を測定し、フリッティング前後の電圧、電流の波形を求めた結果、3つの代表的なパターン波形が得られた。その結果を図7～図9に示した。

【0034】

図7は、タングステンプローブを用い、0.01gの針圧を掛けて制限電流を10mAに設定した状態で、電流をコントロールしてA/D変換器56、57を用いて電流及び電圧を測定し、フリッティングを起こした時の電流（同図に実線で示す）と電圧（同図に破線で示す）の波形を示す図である。この図はフリッティング現象の典型的な波形を示している。この図によれば、電圧が絶縁破壊を起こす電圧（フリッティング電圧）に達したところでフリッティングが起こって電流が流れ、抵抗が下がる。電流の最大値は電流リミッタで10mAに設定されているが、電流リミッタが働くまでに時間が掛かるために瞬間的に大きな電流が流れることが判る。即ち、電流が流れ始める瞬間には6Vの電圧が掛かって170mAを超える電流が流れ、電流が流れ始めるのとはほぼ同時に電流リミッタが作動して電圧が下がり、電流が制限電流の設定値の10mAになっていることが判る。

【0035】

図8は、タングステンプローブを用い、0.1gの針圧を掛けて制限電流を250mAに設定し、電圧を5Vに設定した状態で、電流をコントロールしてA/D変換器56、57を用いて電流及び電圧を測定し、フリッティングを起こした時の電流（同図に実線で示す）と電圧（同図に破線で示す）の波形を示す図である。この図によれば、フリッティング後、電圧と電流が比例して変化していることが判る。このことから絶縁膜は図7で示す電氣的破壊ではなく、機械的破壊であることが判る。

【0036】

図9は、タングステンプローブを用い、0.02gの針圧を掛けて制限電流を250mAに設定し、電圧を30Vに設定した状態で、電流をコントロールしてA

／D変換器56、57を用いて電流及び電圧を測定し、フリットィングを起こした時の電流（同図に実線で示す）と電圧（同図に破線で示す）の波形を示す図である。この図によれば、フリットィング時の電流が制限電流に達していないため、フリットィング後には電圧と電流が比例して上昇し、制限電流に達した時点で電圧、電流が一定値を示していることが判る。

【0037】

2. 針圧とフリットィング電圧の関係

ここではフリットィング電圧とは電流が初めて1mAを超えた瞬間の電圧値のことを云う。プローブの材料として、W、BeCu、Pdを用いて、それぞれのプローブの針圧とフリットィング電圧との関係を求め、その結果を図10～図12に示した。図10～図12は、縦軸は全体を1とした場合の度数の割合を示し、Wプローブ、BeCuプローブ、Pdプローブにおけるフリットィング電圧の分布を針圧によって分けて示した。各プローブにはそれぞれ0.001g（×印で示す）、0.005g（△印で示す）、0.02g（○印で示す）及び0.1g（□印で示す）の針圧を掛けた。図10はWプローブ、図11はBeCuプローブ、図12はPdプローブの結果を示している。

【0038】

図10～図12から明らかなように、針圧が小さい時には13Vと5V付近の2箇所にフリットィング電圧が分布している。針圧が大きくなるに連れて全体的にピークが低電圧側にシフトすると同時に、1V以下のところにピークが現れる。針圧が0.1gになると13V以上のピークがなくなり、1V以下でも電流が流れ始め、5Vのところのピークが約3Vのところにシフトしているように観える。

【0039】

これらの結果から以下のことが推察される。

- ①絶縁膜は2種類あり、一つの絶縁膜は5V程度の破壊電圧を要し、もう一つの絶縁膜はおそらく8V（＝13V－5V）程度の破壊電圧を要することが判った。また、後者の絶縁被膜は介在する場合と介在しない場合のあることが判った。
- ②針圧が大きくなると、低い電圧でフリットィングする確率が高くなり、0.1

gの針圧では8Vの破壊電圧を示す絶縁被膜は存在しないことが判った。また、針圧が大きくなると1V以下にピークが現れるが、これは絶縁破壊ではなく、機械的な破壊によるものと考えられる。

③絶縁被膜はAlの酸化膜、プローブ材料の酸化膜あるいは水等の汚染層が考えられる。

④また、針圧を0.1gにすると5V以下ではほぼ確実にフリットイングが起こると考えられる。

【0040】

3. 最大電流と接触抵抗の関係

Wプローブ、BeCuプローブ及びPdプローブを用いたフリットイング時の最大電流と接触抵抗を測定し、その結果を図13～図15に示した。図13～図15はそれぞれWプローブ、BeCuプローブ及びPdプローブの最大電流と接触抵抗の関係を示している。ここで最大電流とはフリットイングの瞬間に流れる電流の最大値のことを云い、接触抵抗とはフリットイング後に電流を1mAに設定した時の接触抵抗値のことを云う。各図において、□は電圧コントロールモードによる測定結果、△は電流コントロールモードによる測定結果を示している。

【0041】

各プローブ共電流を大きくすると抵抗が下がる傾向が観られる。Wプローブ、BeCuプローブの場合には0.5Aを超える最大電流が流れると抵抗が1Ω以下に下がっていることが判る。また、電流が同じ場合にはWプローブとBeCuプローブがほぼ同じ接触抵抗値を示し、PdプローブがWプローブ及びBeCuプローブの1.5倍の接触抵抗値を示している。これらのことから、低い接触抵抗を得る条件としてはフリットイングの最大電流が大きくすれば良いことが判った。

【0042】

4. フリットイング電圧と最大電流の関係

図16はフリットイングの瞬間（1mA以上の電流を検出する瞬間）における電圧（フリットイング電圧）と電流の関係を示す。この時のプロットは25Ωの線

上にあるが、これは回路抵抗と一致した。また、図17はフリッティング電圧と最大電流の関係を示している。図17によれば、フリッティング時に流れる電流（図16で示す電流）が制限電流より小さい時にはフリッティング後、電流は制限電流に達するまで増加する（図9参照）。フリッティング電圧が大きい時にはフリッティングの瞬間の電流が最大電流になっている。本実施例では電源の容量から最大電流が300mAであったが、500mA以上の電流を流せる電源を用いれば、図13～図15に示したように1Ω以下の接触抵抗を安定して得ることができる。

【0043】

また、電圧を一定値に設定した状態でプローブを電極に近づける測定を行った。これによって接触部に掛かる電圧を制御することができる。30Vの電圧を掛けた場合、フリッティングの瞬間には電流リミッタを大きく超える電流を流すことができた。この結果、図示してないが図13～図15に示す結果と良く一致し、最大電流が大きいほど接触抵抗を小さくできることが判った。

【0044】

5. 接触抵抗と引き離し力の関係

プローブを電極から引き離す時の力（引き離し力）を測定し、この結果を図18～図20に示した。図18はWプローブ、図19はBeCuプローブ、図20はPdプローブに関するものである。図18～図20に示す結果によれば、接触抵抗が大きい時には引き離し力は小さいが、接触抵抗が小さくなるに従って引き離し力が大きくなることが判った。このことは、真の接触部分の面積に関係していると考えられる。真の接触部分では金属同士が接合しているため、これを引き離す力は面積に比例する一方、接触面積が大きくなると接触抵抗が小さくなる小さくなると考えられる。同一の接触抵抗ではPdプローブの引き離し力が最も大きく、BeCuプローブ、Wプローブの順に小さくなる。

【0045】

尚、本発明は上記各実施形態に何等制限されるものではなく、フリッティング現象を生じさせる回路構成を有するものであれば、本発明に包含される。また、上記実施例では針圧が0.001～0.1gまで変化させた場合について説明した

が、本発明は、この範囲の針圧に制限されるものではなく、現状の針圧（針圧＝ $10 \sim 20 \text{ g} / 1 \text{ 本}$ ）より小さく、フリッティング現象が得られる針圧であれば良く、特定の針圧範囲に制限されるものではない。また、上記実施例ではフリッティング時の最大電流が大きいほどプローブと電極間の接触抵抗が低くなる点について説明したが、フリッティング時の電流は小さくても良く、本発明はフリッティング現象を得られる電流であれば、特定の電流範囲に制限されるものではない。

【0046】

【発明の効果】

本発明の請求項1～請求項8に記載の発明によれば、針圧を格段に小さくすることができ、ひいては検査用電極のダメージを無くすると共にプローブの寿命を延ばしてプローブを繰り返し使用することができ、しかもプローブのクリーニングを行う必要がなく検査効率を高めることができる検査方法及び検査装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の検査方法を実施する際に用いられるフリッティング装置の原理図である。

【図2】

図1に示す原理を適用した本発明の検査装置の一実施形態を示す構成図である。

【図3】

本発明の検査方法の一実施形態を示すフロー図である。

【図4】

図2に示す検査装置を用いてフリッティング現象により検査用プローブと検査用電極を電氣的に接触させる状態を示す説明図で、（a）は検査用プローブ及びフリッティング用プローブが検査用電極に接触し、電圧が印加された状態を示す図、（b）はフリッティング現象により検査用プローブと検査用電極が電氣的に接触した状態を示す図である。

【図5】

本発明の検査装置の他の実施形態を示す図 2 に相当する図である。

【図 6】

フリッティング現象を検証するために用いられた測定装置である。

【図 7】

典型的なフリッティング現象を示す電流及び電圧の波形を示す図である。

【図 8】

絶縁膜が機械的に破壊された時の電流及び電圧の波形を示す図である。

【図 9】

フリッティング時の電流がリミット値に達しない場合の電流及び電圧の波形を示す図である。

【図 1 0】

Wプローブの針圧とフリッティング電圧との関係を示すグラフである。

【図 1 1】

BeCuプローブの針圧とフリッティング電圧との関係を示すグラフである。

【図 1 2】

Pdプローブの針圧とフリッティング電圧との関係を示すグラフである。

【図 1 3】

Wプローブの最大電流と接触抵抗の関係を示すグラフである。

【図 1 4】

BeCuプローブの最大電流と接触抵抗の関係を示すグラフである。

【図 1 5】

Pdプローブの最大電流と接触抵抗の関係を示すグラフである。

【図 1 6】

Wプローブ、BeCuプローブ、Pdプローブのフリッティング電圧と電流の関係を
示すグラフである。

【図 1 7】

Wプローブ、BeCuプローブ、Pdプローブのフリッティング電圧と最大電流
の関係を
示すグラフである。

【図 1 8】

フリッティング後のWプローブと電極の接触抵抗と引き離し力の関係を示すグラフである。

【図 1 9】

フリッティング後のBeCuプローブと電極の接触抵抗と引き離し力の関係を示すグラフである。

【図 2 0】

フリッティング後のPdプローブと電極の接触抵抗と引き離し力の関係を示すグラフである。

【図 2 1】

従来の検査方法を示すフロー図である。

【図 2 2】

従来の検査方法を用いてプローブと検査用電極を電氣的に接触させる状態を示す説明図で、(a)はプローブと検査用電極を接触させた状態を示す図、(b)はスクラブによりプローブと検査用電極が電氣的に接触した状態を示す図である。

【符号の説明】

D デバイス (被検査体)

O 絶縁被膜

1 0 検査装置

1 1 フリッティング装置

1 2 プローブカード

1 2 A 検査用プローブ (プローブ)

1 2 B フリッティング用プローブ (第 2 のプローブ)

1 3 テスタ

1 4 フリッティング回路

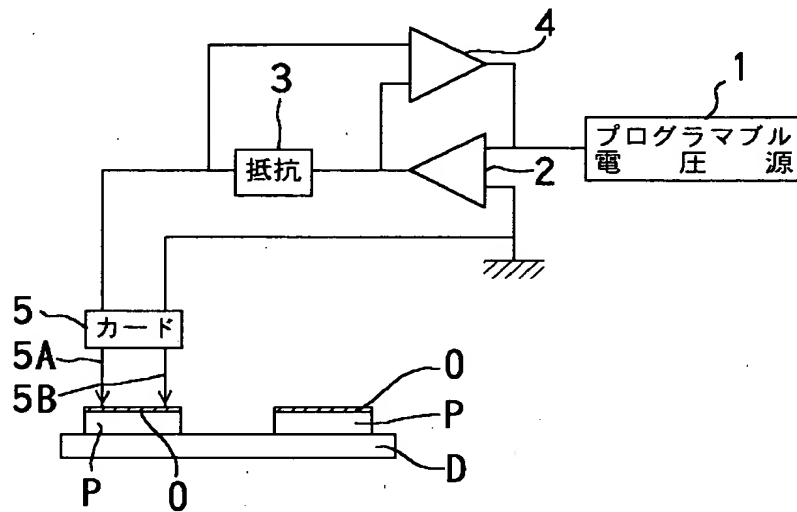
1 4 A 印加電圧バッファアンプ (印加手段)

1 4 D 電流制限アンプ (電流制限手段)

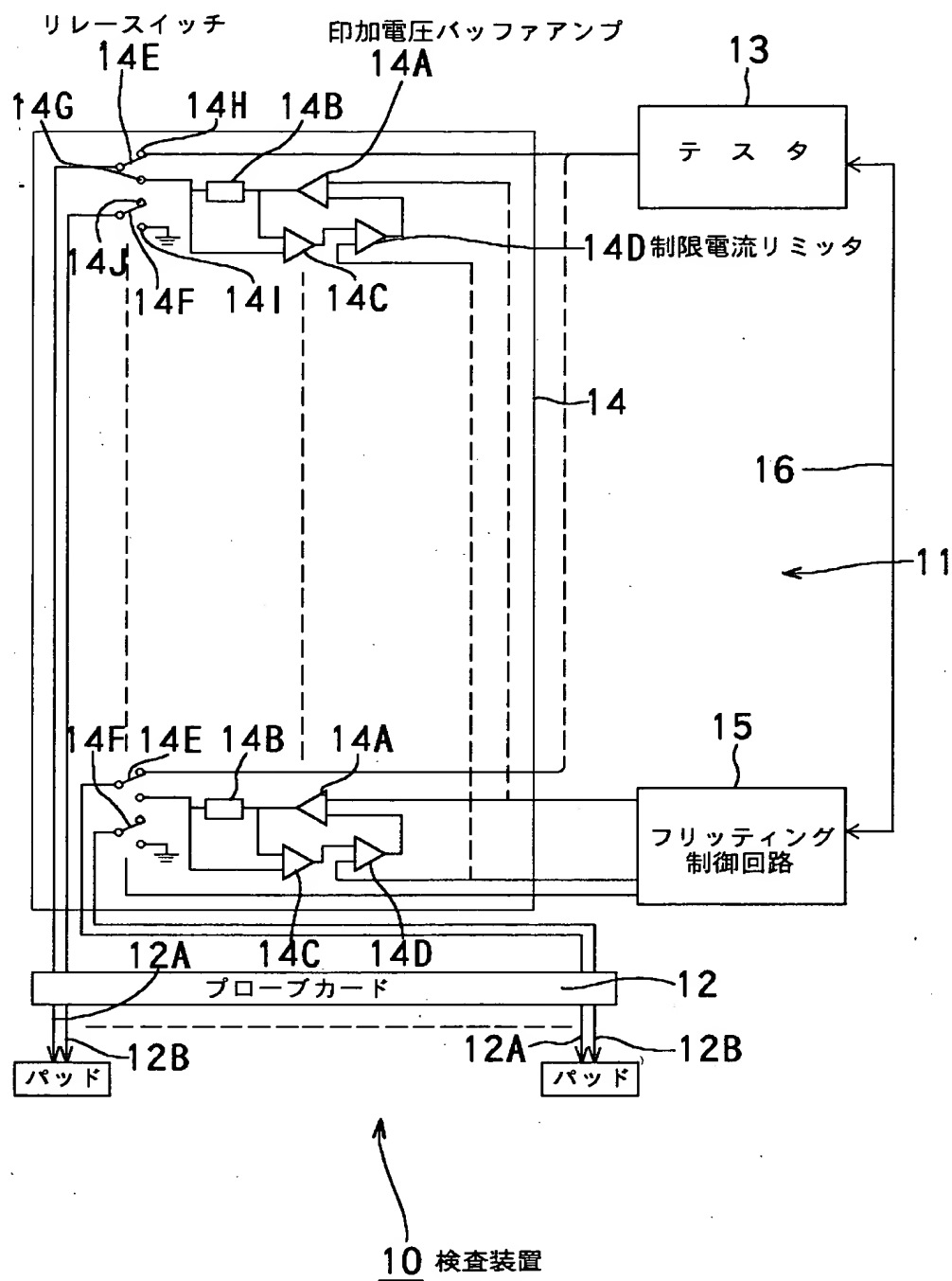
1 5 フリッティング制御回路 (制御手段)

【書類名】 図面

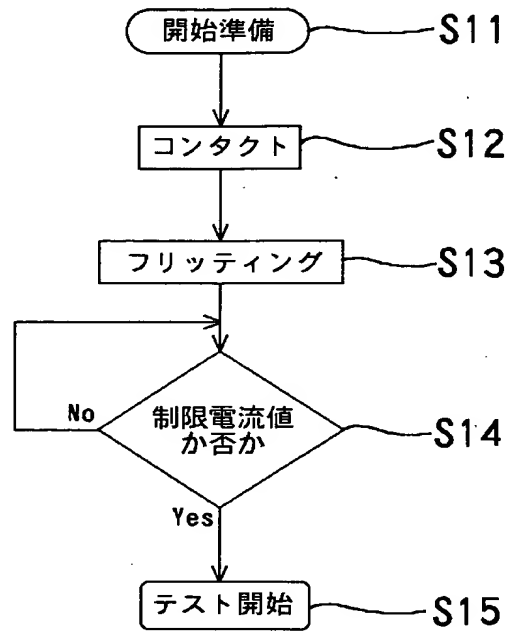
【図 1】



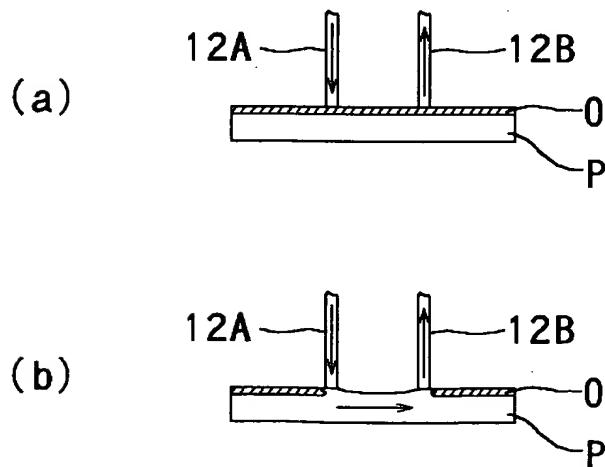
【图 2】



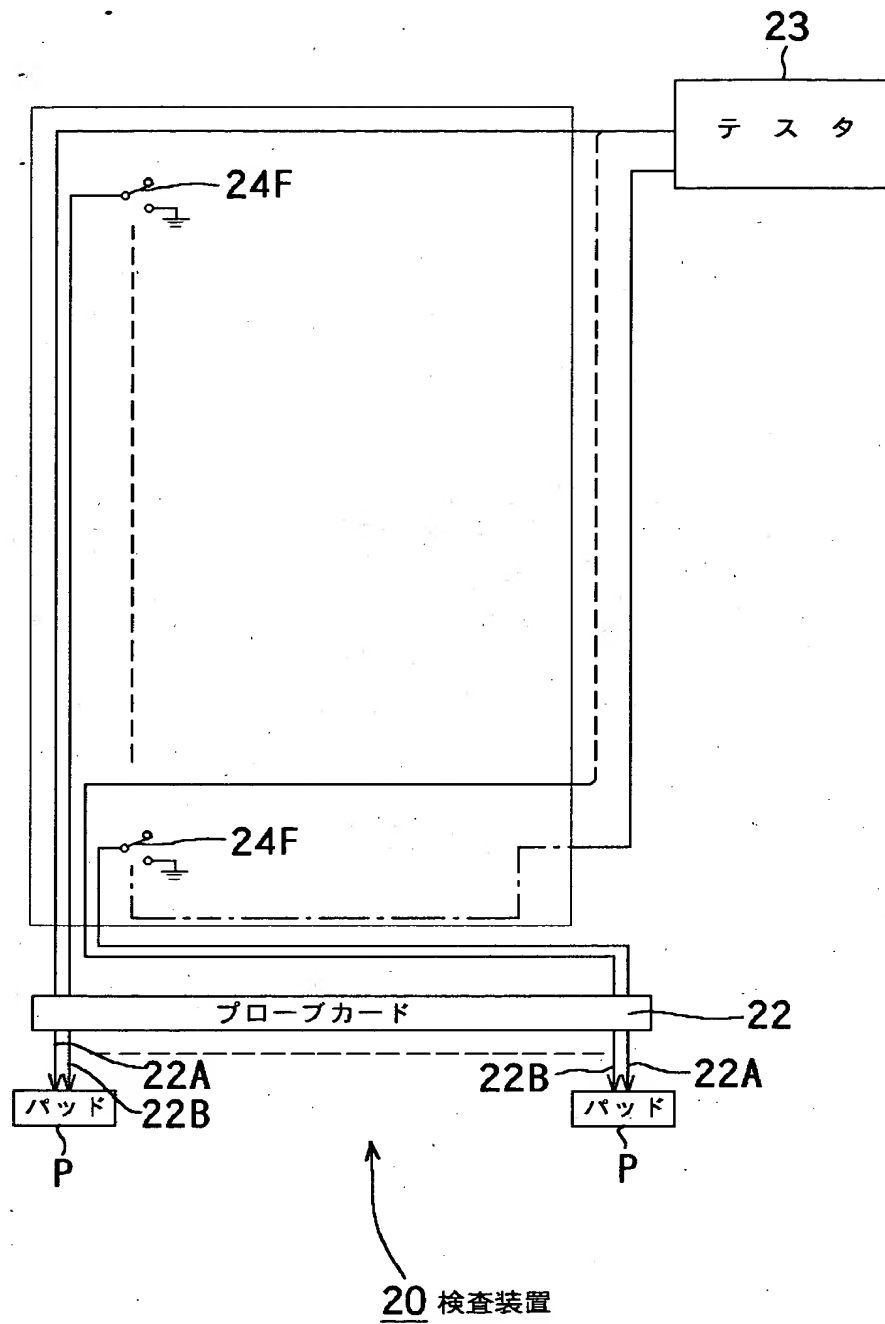
【図 3】



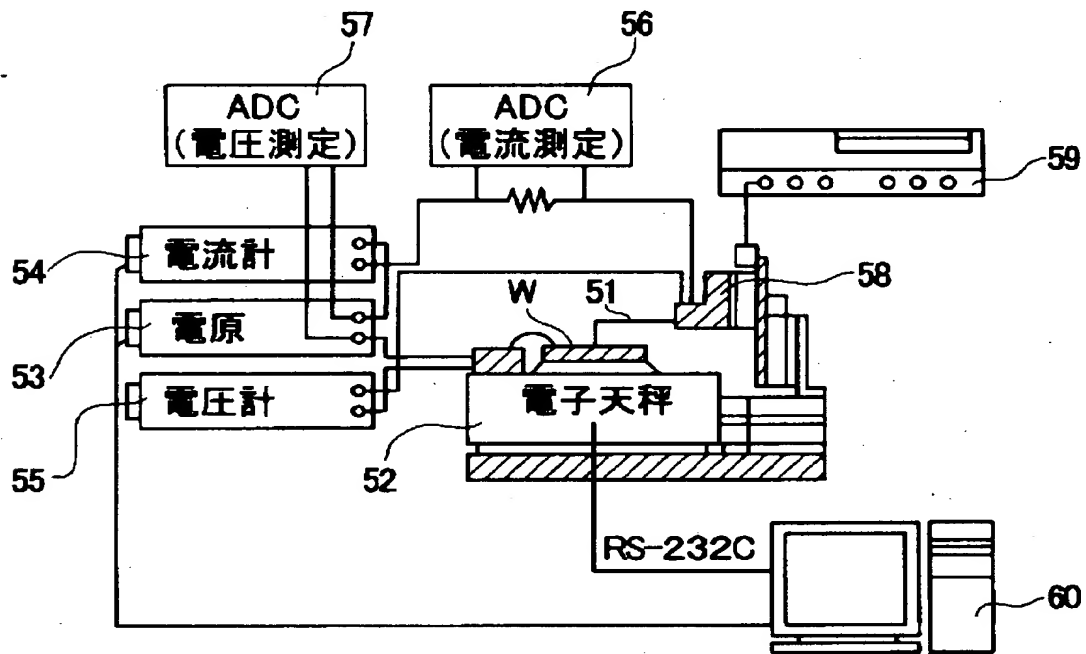
【図 4】



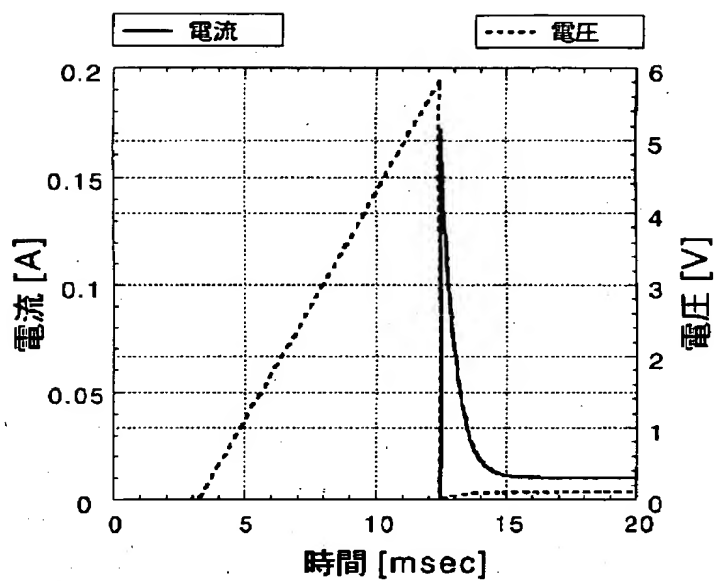
【図 5】



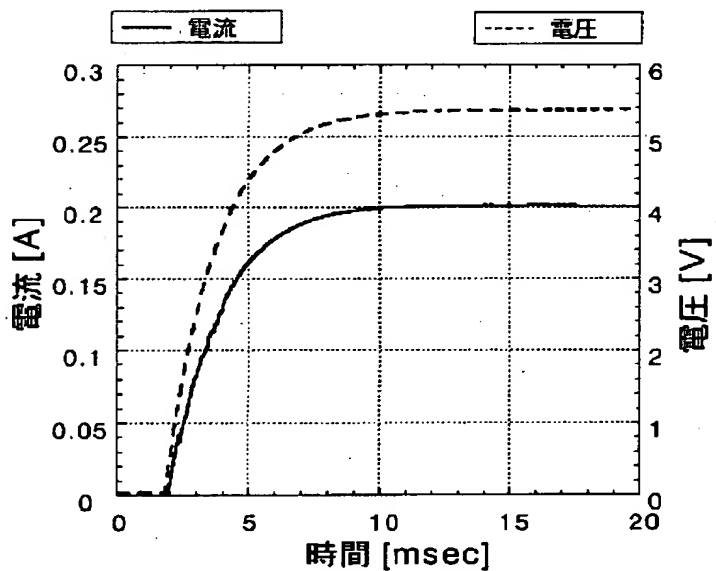
【図 6】



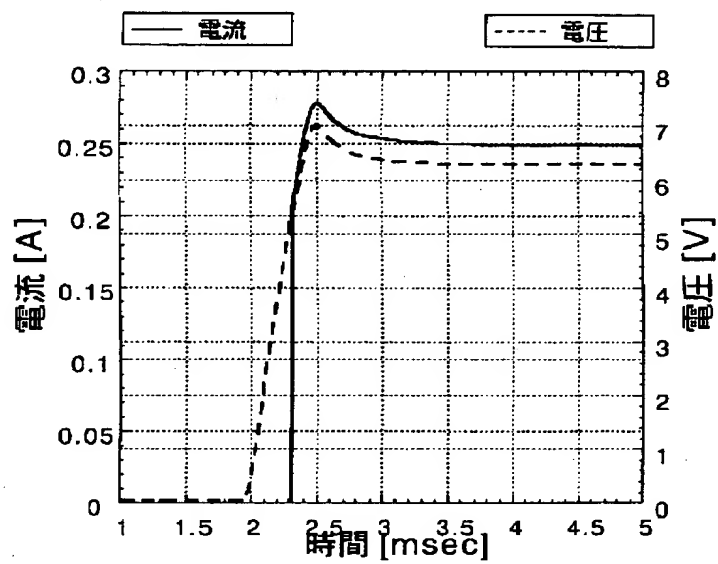
【図 7】



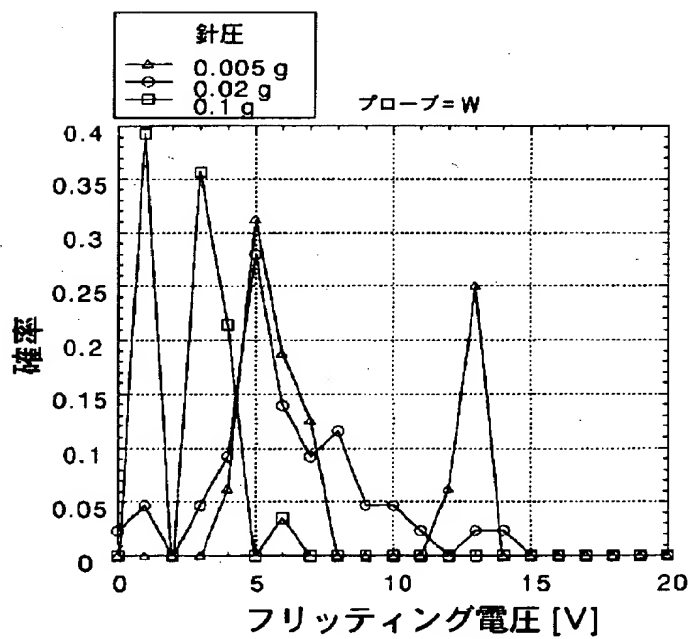
【図 8】



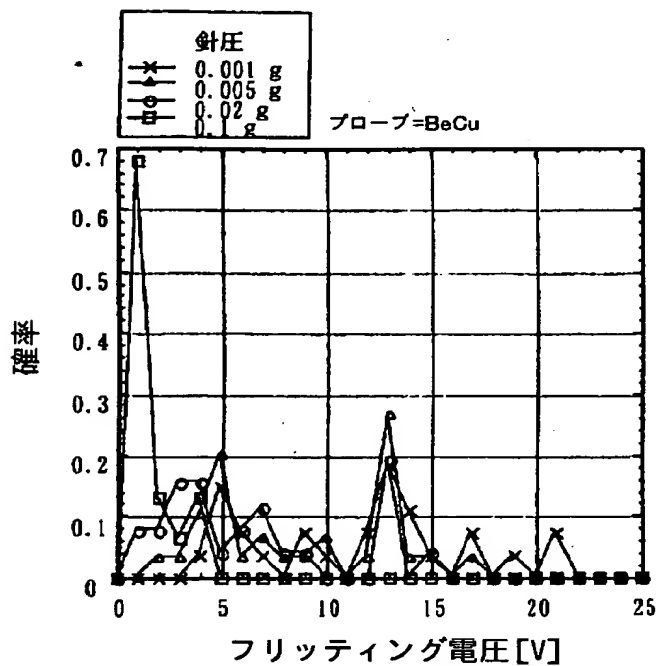
【図9】



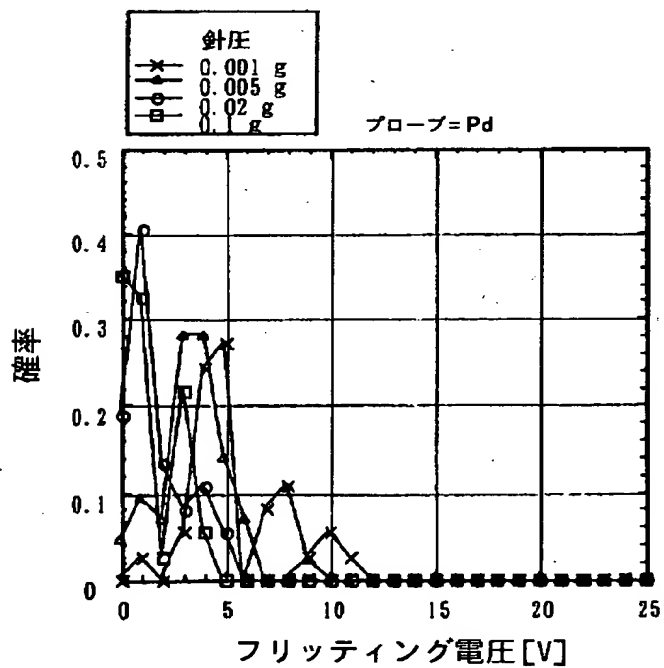
【図10】



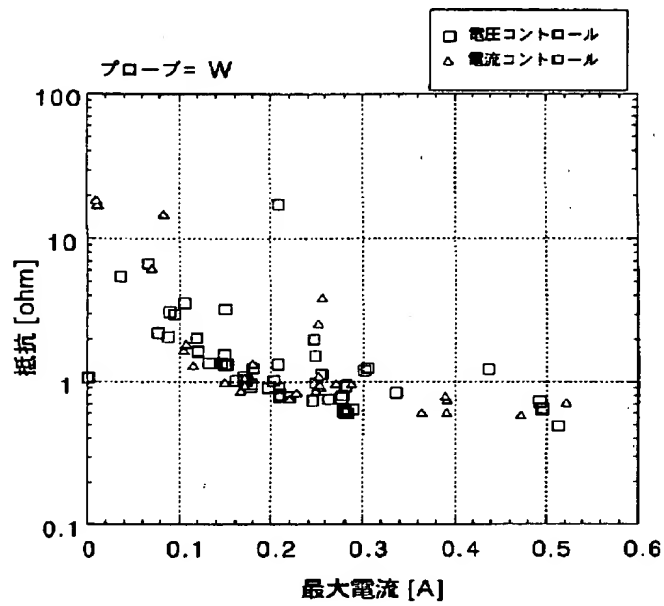
【図 1 1】



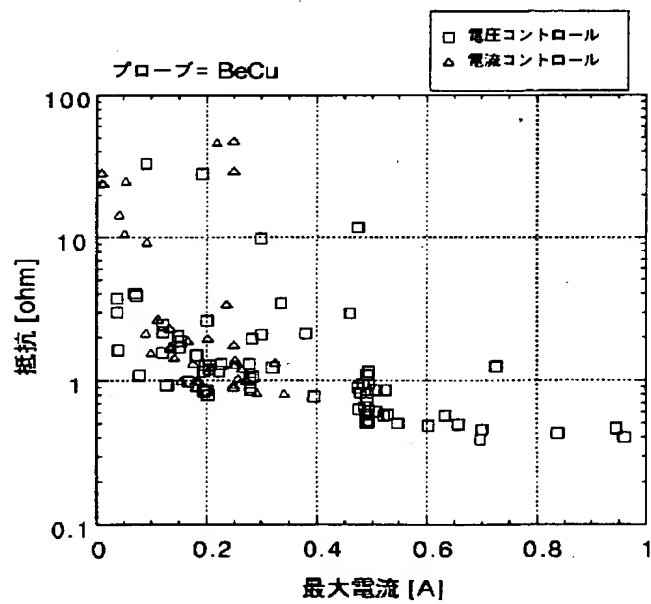
【図 1 2】



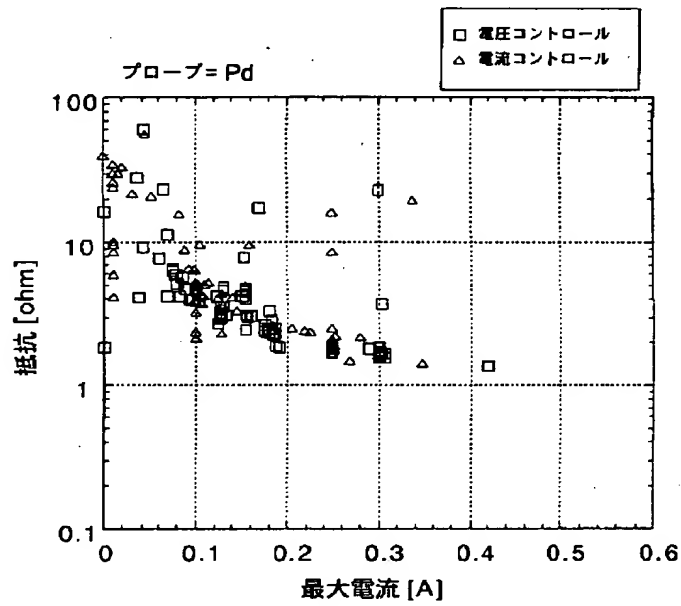
【図 13】



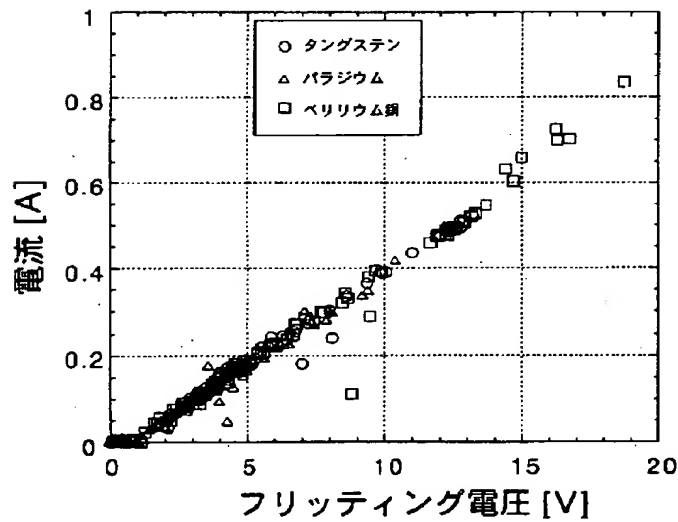
【図 14】



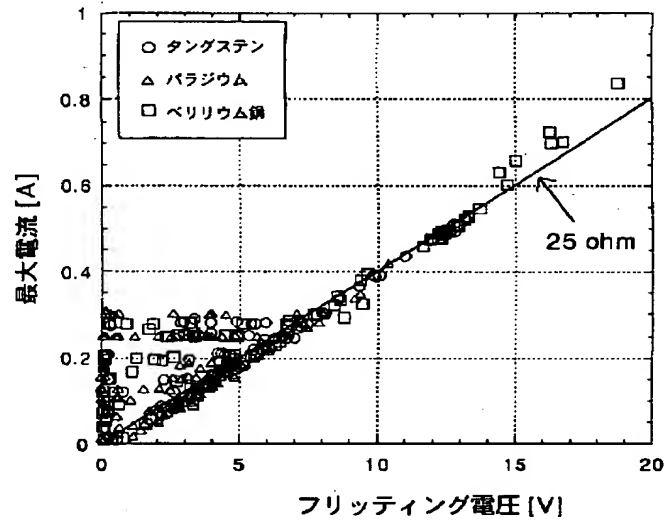
【図 15】



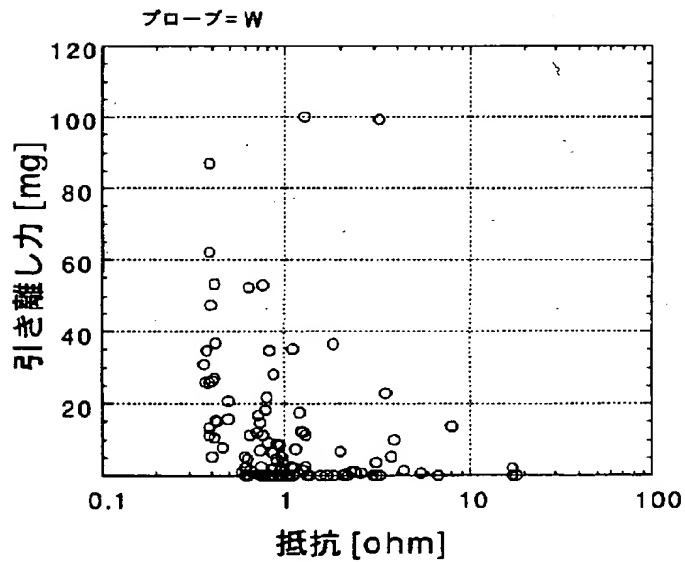
【図 16】



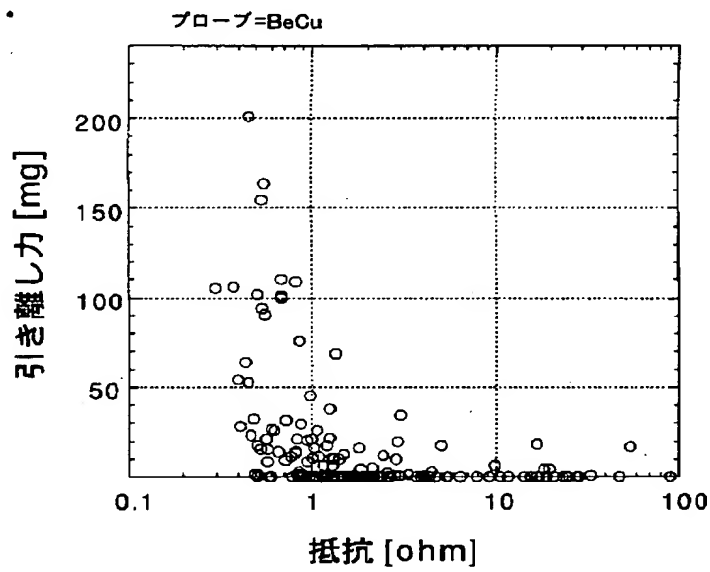
【図 17】



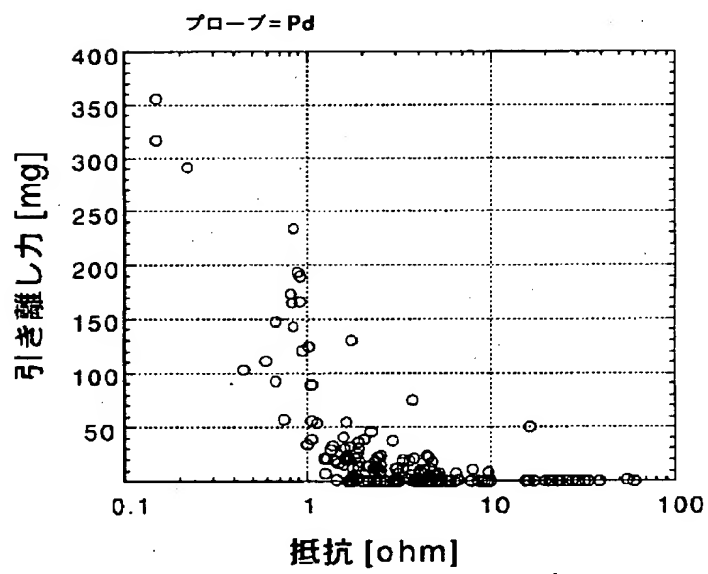
【図 18】



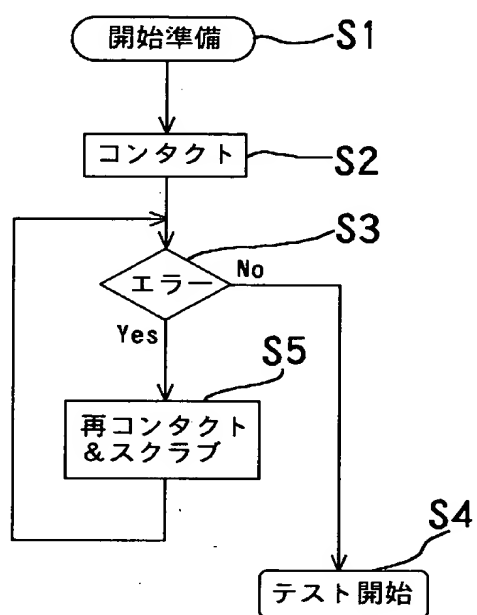
【図 19】



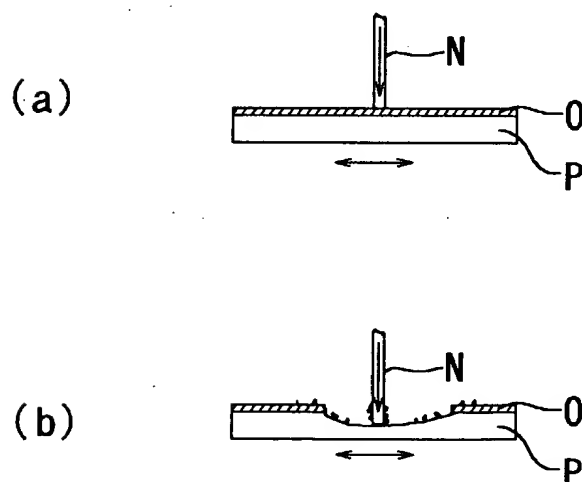
【図 20】



【図 21】



【図 22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スクラブ操作によりプローブNと検査用電極Pを電氣的に接触させると、スクラブによりプローブNの寿命を縮めたり、図7の（b）に示すように検査用電極Pを傷つけてデバイスの歩留りを低下させる。

【解決手段】 本発明の検査方法は、検査用電極Pに検査用プローブ12Aを電氣的に接触させてデバイスの電氣的特性検査を行う検査方法において、フリッピング現象を利用して検査用電極Pの絶縁被膜Oを破って検査用プローブ12Aと検査用電極Pを電氣的に接触させるコンタクト工程を有する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2001-093303
受付番号	50100449828
書類名	特許願
担当官	寺内 文男 7068
作成日	平成13年 6月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 3月28日

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【住所又は居所】 東京都港区赤坂5丁目3番6号

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 592212836

【住所又は居所】 東京都目黒区駒場2-2-2-207

【氏名又は名称】 須賀 唯知

【特許出願人】

【識別番号】 593071845

【住所又は居所】 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-170 東大職員
宿舎4-201

【氏名又は名称】 伊藤 寿浩

【代理人】 申請人

【識別番号】 100096910

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目14番地14
新弘ビル5階 小原特許事務所

【氏名又は名称】 小原 肇

【書類名】 手続補正書

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2001- 93303

【補正をする者】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代表者】 東 哲郎

【補正をする者】

【識別番号】 592212836

【氏名又は名称】 須賀 唯知

【補正をする者】

【識別番号】 593071845

【氏名又は名称】 伊藤 寿浩

【代理人】

【識別番号】 100096910

【弁理士】

【氏名又は名称】 小原 肇

【電話番号】 045(476)5454

【発送番号】 031517

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 提出物件の目録

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 包括委任状 2
【援用の表示】 平成13年5月2日付け提出の包括委任状提出書に添付
のものを援用する。
【包括委任状番号】 9203553
【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-093303
受付番号	50100645285
書類名	手続補正書
担当官	寺内 文男 7068
作成日	平成13年 6月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 5月 2日
【補正をする者】	
【識別番号】	000219967
【住所又は居所】	東京都港区赤坂5丁目3番6号
【氏名又は名称】	東京エレクトロン株式会社
【補正をする者】	
【識別番号】	592212836
【住所又は居所】	東京都目黒区駒場2-2-2-207
【氏名又は名称】	須賀 唯知
【補正をする者】	
【識別番号】	593071845
【住所又は居所】	千葉県千葉市稲毛区弥生町1-170 東大職員 宿舎4-201
【氏名又は名称】	伊藤 寿浩
【代理人】	申請人
【識別番号】	100096910
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目14番地14 新弘ビル5階 小原特許事務所
【氏名又は名称】	小原 肇

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [592212836]

1. 変更年月日 1992年 9月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都目黒区駒場2-2-2-207

氏 名 須賀 唯知

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [593071845]

1. 変更年月日 1993年 3月19日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都足立区西竹ノ塚1-15-11-205
氏 名 伊藤 寿浩
2. 変更年月日 2001年 6月 8日
[変更理由] 住所変更
住 所 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-170 東大職員宿舎4-20
1
氏 名 伊藤 寿浩